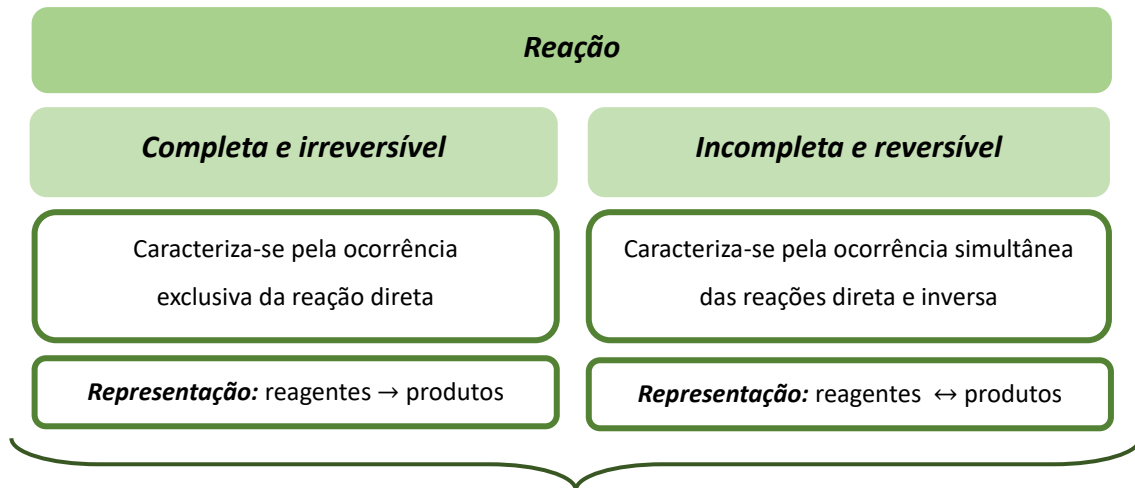
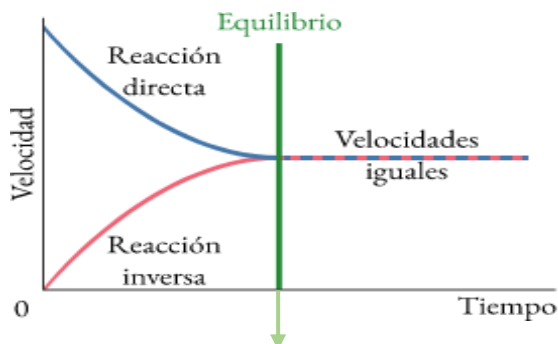


Equilíbrio químico e constante de equilíbrio

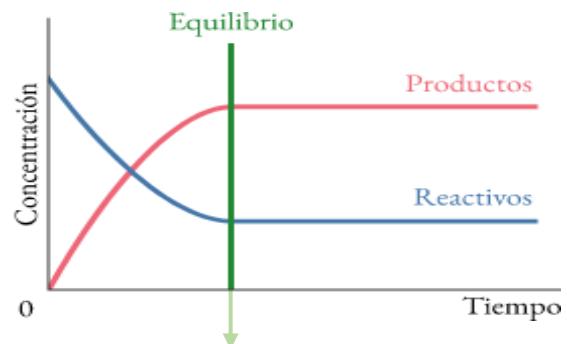
Equilíbrio químico:



A maioria das reações que ocorrem em sistemas fechados são **não completas**.



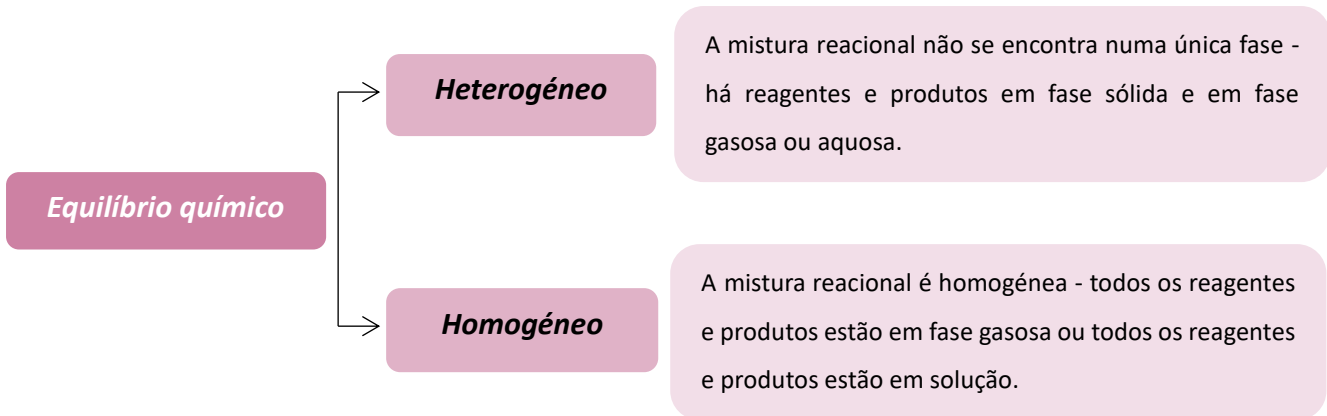
Instante a partir do qual a velocidade da reação inversa iguala a velocidade da reação direta.



Instante a partir do qual as concentrações de reagentes e de produtos se mantêm constantes

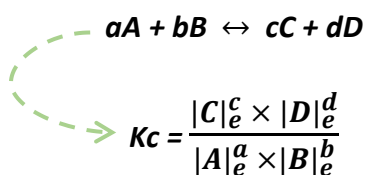
Equilíbrio químico: Estado no qual as velocidades das reações direta e inversa são iguais. Neste estado as concentrações de todos os reagentes e produtos permanecem constantes.

- As **características macroscópicas** do sistema reacional (cor, pressão/volume, concentração e temperatura) mantêm-se inalteráveis.
- Coexistem reagentes e produtos e as reações direta e inversa ocorrem em simultâneo.
- **Velocidade da reação direta = velocidade da reação inversa.**



Constante de equilíbrio:

Para qualquer sistema homogéneo, fechado e em equilíbrio químico, a uma dada temperatura:



Constante de equilíbrio, K_c : quociente entre os produtos dos valores numéricos das concentrações dos produtos de reação e os valores numéricos das concentrações dos reagentes, elevados aos respetivos coeficientes estequiométricos. K_c é adimensional.

Quanto maior for K_c mais extensa é a reação no sentido direto

Se $K_c > 1$ a reação é muito extensa no sentido direto (no equilíbrio predominam os produtos de reação sobre os reagentes).

Se $K_c < 1$ a reação é pouco extensa no sentido direto (no equilíbrio predominam os reagentes sobre os produtos de reação).

K_c de uma reação química é igual para todos os estados de equilíbrio e só depende da temperatura

Reações exotérmicas, $\Delta H < 0$

\uparrow Temperatura \rightarrow \downarrow K_c
(diminuição da extensão da reação)

\downarrow Temperatura \rightarrow \uparrow K_c
(aumento da extensão da reação)

Reações endotérmicas, $\Delta H > 0$

\uparrow Temperatura \rightarrow \uparrow K_c
(aumento da extensão da reação)

\downarrow Temperatura \rightarrow \downarrow K_c
(diminuição da extensão da reação)

Nota: num sistema isolado uma reação endotérmica diminui a temperatura do sistema e uma reação exotérmica aumenta a temperatura do sistema.

Nota: K_c elevado \rightarrow reação direta com alto rendimento. K_c baixo \rightarrow reação direta com baixo rendimento.

Nota:

Quanto maior for a constante de equilíbrio de uma reação, mais extensa é a reação direta (e menos extensa é a reação inversa).

$$K'c = \frac{1}{Kc}$$

Quanto maior for a constante de equilíbrio de uma reação reversível no sentido direto (Kc), menor será a constante de equilíbrio dessa reação no sentido inverso ($K'c$).

Quociente da reação:

Quociente da reação, Q_c : calcula-se da mesma forma que K_c , e por comparação com K_c permite prever o sentido em que a reação química ocorrerá com maior velocidade, até atingir o equilíbrio.

Comparação entre K_c e Q_c

$$K_c = Q_c$$

O sistema está em equilíbrio

As concentrações de reagentes e de produtos são as de equilíbrio

$$K_c > Q_c$$

O sistema não está em equilíbrio químico

Existe maior concentração de reagentes e menor concentração de produtos do que as esperadas no equilíbrio.

O sistema evolui no sentido direto, até atingir o equilíbrio químico ($Q_c = K_c$)

$$K_c < Q_c$$

O sistema não está em equilíbrio químico

Existe menor concentração de reagentes e maior concentração de produtos do que as esperadas no equilíbrio

O sistema evolui no sentido inverso, até atingir o equilíbrio químico ($Q_c = K_c$)

Alteração do estado de equilíbrio químico

Fatores que podem alterar um estado de químico:

- Concentração (sistemas gasosos ou aquosos);
- Pressão ou volume (em sistemas gasosos);
- Temperatura;

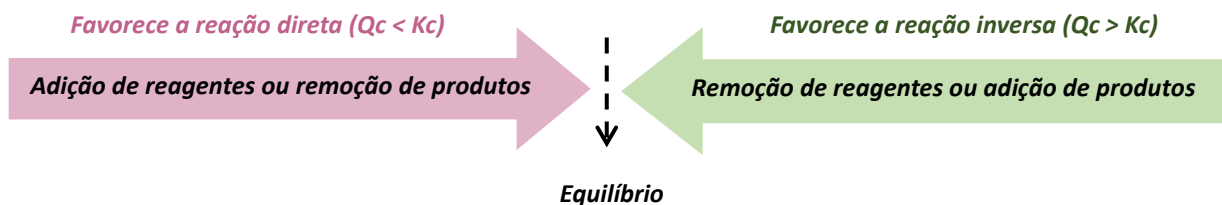
As alterações de concentração, pressão ou volume num sistema em equilíbrio não alteram a constante de equilíbrio, mas afetam a posição de equilíbrio. A alteração da temperatura afeta a posição de equilíbrio por alterar a constante de equilíbrio.

Princípio de Le Châtelier: perturbações no estado de equilíbrio de um sistema químico, por alterações de concentração, pressão/volume ou temperatura, fazem o sistema evoluir de forma a contrariar essas perturbações, até que seja atingido um novo estado de equilíbrio.

Concentração

O aumento da concentração de um dos reagentes e/ou a diminuição da concentração de um dos produtos faz evoluir a reação no sentido direto, até atingir um novo estado de equilíbrio.

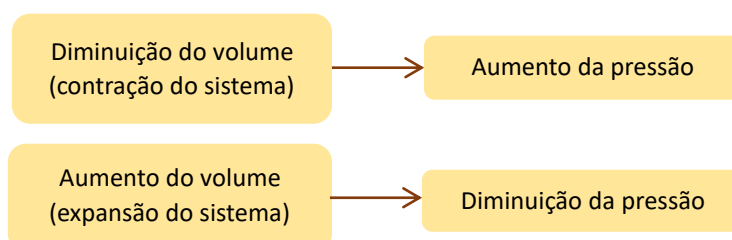
A diminuição da concentração de um dos reagentes e/ou o aumento da concentração de um dos produtos faz evoluir a reação no sentido inverso, até atingir um novo estado de equilíbrio.



Pressão/Volume

O aumento da pressão (por diminuição de volume) faz evoluir a reação no sentido do menor número de moles (menor quantidade de matéria) no estado gasoso, até atingir um novo equilíbrio.

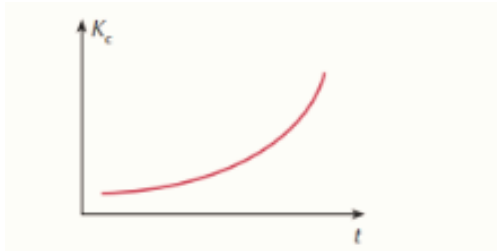
A diminuição da pressão (por aumento de volume) faz evoluir o sistema no sentido do maior número de moles (maior quantidade de matéria), até atingir um novo equilíbrio.



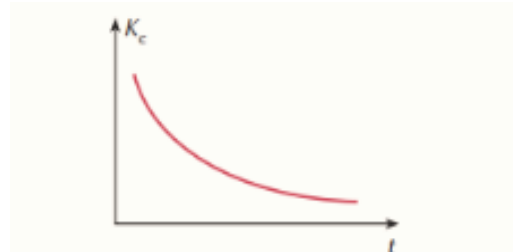
Temperatura

O aumento da temperatura de um sistema em equilíbrio conduz a um acréscimo de energia e o sistema terá de evoluir no sentido de contrariar esta alteração (diminuição da energia), que é o sentido da reação endotérmica, até atingir um novo estado de equilíbrio.

A diminuição da temperatura de um sistema em equilíbrio conduz a um decréscimo de energia e o sistema terá de evoluir no sentido de contrariar esta alteração (aumento da energia), que é o sentido da reação exotérmica, até atingir um novo estado de equilíbrio.



Reações endotérmicas: K_c aumenta com o aumento da temperatura



Reações exotérmicas: K_c diminui com o aumento da temperatura.

Adição de catalisadores

O uso de um catalisador diminui o tempo necessário para o sistema em análise atingir o equilíbrio químico (aumenta a velocidade das reações direta e inversa), mas não altera K_c nem o rendimento da reação.

Alteração do estado de equilíbrio - síntese

	<i>Perturbação</i>	<i>Altera do equilíbrio? Em que sentido?</i>	<i>Altera o valor de Kc?</i>	<i>Altera o rendimento da reação?</i>
<i>Concentração</i>	↑ concentração de 1 reagente ↓ concentração de 1 produto	Sim. No sentido direto	Não	Sim
	↓ concentração de 1 reagente ↑ concentração de 1 produto	Sim. No sentido inverso	Não	Sim
<i>Pressão Volume</i>	↑ da pressão ou ↓ do volume	Sim. No sentido do menor nº de moles	Não	Sim
	↓ da pressão ou ↑ do volume	Sim. No sentido do maior nº de moles	Não	Sim
<i>Temperatura</i>	↑ da temperatura	Sim. No sentido da reação endotérmica	Sim (↑ se a reação direta for endotérmica; ↓ se a reação direta for exotérmica)	
	↓ da temperatura	Sim. No sentido da reação exotérmica	Sim (↓ se a reação direta for endotérmica; ↑ se a reação direta for exotérmica)	
<i>Adição de catalisadores</i>		Não	Não	Não

Nota: nos equilíbrios em que o número de moles de reagentes e de produtos no estado gasoso é igual, a variação da pressão não tem qualquer efeito no equilíbrio.

Nota: na resolução de exercícios sobre perturbações no estado de equilíbrio é importante referir sempre a perturbação efetuada, o modo/sentido de evolução do sistema e o resultado (se é favorecida a reação direta ou inversa e se a extensão da reação/ constante de equilíbrio é alterada).